

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号
特表2000-504549
(P2000-504549A)

(43) 公表日 平成12年4月11日 (2000.4.11)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 3 M 1/10		H 0 3 M 1/10	B
7/00		7/00	
H 0 4 B 3/00		H 0 4 B 3/00	
H 0 4 L 25/49		H 0 4 L 25/49	A

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願平11-503344
(86) (22) 出願日 平成10年6月5日 (1998.6.5)
(85) 翻訳文提出日 平成11年2月9日 (1999.2.9)
(86) 国際出願番号 PCT/US98/15114
(87) 国際公開番号 WO98/57468
(87) 国際公開日 平成10年12月17日 (1998.12.17)
(31) 優先権主張番号 08/871, 220
(32) 優先日 平成9年6月9日 (1997.6.9)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 スリーコム コーポレイション
アメリカ合衆国 95052 カリフォルニア
州 サンタクララ ビー. オー. ボックス
58145 ペイフロント プラザ 5400
(72) 発明者 ノーレル, アンドルー エル.
アメリカ合衆国 95959 カリフォルニア
州 ネヴァダ シティ ヴァリー ロード
12210
(72) 発明者 バリツスキー, ウラディミール ジー.
アメリカ合衆国 60661 イリノイ州 シ
カゴ ナンバー1107 ウェスト ジャクス
ン フールヴァード 728
(74) 代理人 弁理士 三好 秀和 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 PCMモデム用直流成分の抑制

(57) 【要約】

電話の信号送出と一緒に使うための改良された直流成分補償方法。この方法は少なくとも2個のnビット符号語を含むフレームの定義を含む。それから、あるルールを定義済みフレーム内の符号語に適用することによって、そのフレーム内で無符号の符号語が識別される。次にその無符号の符号語に符号ビットが付加され、それによって直流成分補償符号語を生成する。この符号ビットは、前に伝送された符号語に関連する線形値の重み付け関数に基づいて選択される。このフレーム内の残りの無符号の符号語には、ユーザ・データからの符号ビットが割り当てられる。

BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

1. 改良された直流成分補償方法であって、

少なくとも2個の無符号の符号語を含むフレームを定義するステップと、
あるルールを前記の少なくとも2個の無符号の符号語に適用することによって、
前記フレーム内にランダムに配置された無符号の補償符号語を識別するステップと、

前記無符号の補償符号語に符号ビットを付加するステップとを具備し、

前記符号ビットは以前に伝送された符号語に関連する線形値の統合体とは反対になるように選択されることを特徴とする方法。

2. 前記無符号の補償符号語を識別する前記ステップは、

前記フレーム内の前記符号語を分類して前記フレーム内に最大サンプルを配置するステップと、

前記フレーム内の前記最大サンプルの位置に対応するインデックスを前記フレームに配置するステップと

からことを特徴とする請求項1に記載の方法。

3. 前記方法がさらに、

前記格納されたインデックスと8000Hzクロックを周期毎にカウントするカウンタによって提供された数とを比較するステップと、

前記インデックスが前記数と等しいときには前記無符号の補償符号語に前記符号ビットを付加するステップとを含むことを特徴とする請求項2に記載の方法。

4. 前記符号ビットを付加するステップは、

前に伝送された符号語に関連する線形値のランニング・デジタル合計を計算するステップと、

前記ランニング・デジタル合計から符号ビットを抽出するステップと、

前記抽出された符号ビットを反転するステップとからなり、

前記反転された符号ビットは前記無符号の補償符号語に付加されることを特徴とする請求項1に記載の方法。

5. 前記統合体は、前記定義済されたフレーム内の各符号語に関連した線形値を

含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

6. 前記統合体は、引き続いて定義されたフレーム内の各符号語に関連した線形値を含むことを特徴とする請求項5に記載の方法。

7. 前記方法がさらに、

あらかじめ決定された数の符号ビットを差別的に符号

化するステップと、

前記あらかじめ決定された数の符号ビットの一つを前記少なくとも2個の無符号の符号語の一つに付加するステップと

を含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

8. 改良された直流成分補償器を有する符号化器であって前記符号化器は、

1 ストリームの無符号の符号語を格納する手段と、

前記格納された符号語を分類する手段であって、所定のルールにしたがって前記格納された符号語の中から選択された1つの符号語を識別するように動作可能な手段であるものと、

前記選択された符号語に符号ビットを付加し、それによって補償符号語を形成する手段と、

前記補償符号語をデジタル電話網に伝送する手段とからなることを特徴とする符号化器。

9. 前記格納手段はフレーム・バッファを含むことを特徴とする請求項8に記載の符号化器。

10. 複数の符号ビットを格納する手段をさらに有することを特徴とする請求項8に記載の符号化器。

11. 前記符号ビット格納手段は前記付加手段に連結さ

れることを特徴とする請求項9に記載の符号化器。

12. 前記ルールは、前記格納されたストリームの無符号語の中から1つの符号語を選択することを含み、前記選択された符号語は第1の最大振幅フィールドを有することを特徴とする請求項8に記載の符号化器。

13. 各伝送された符号語に関連する値のランニング・デジタル合計を計算する手段を更に具備することを特徴とする請求項8に記載の符号化器。

14. 前記計算手段は、

前記付加手段に連結された変換器と、

前記変換器に連結された積分器と、

前記積分器に連結されたインバータと

を具備すること特徴とする請求項13に記載の符号化器。

15. 前記補償符号語はPCM符号語であり、前記変換器はPCMから線形への変換器であることを特徴とする請求項14に記載の符号化器。

16. アナログの加入者ラインによってデジタル電話網に連結された復号器と前記デジタル電話網にデジタル的に接続された符号化器とを有するクライアント装置を備えた通信システムにおいて、

スペクトル整形装置が、

1 ストリームの無符号の符号語を格納するフレーム・バッファと、

前記フレーム・バッファに連結されたソータであって、所定のスペクトル整形ルールを適用することによって前記格納されたストリームの中の符号語の中からある選択された符号語を識別するように動作するソータと、

前記ソータに連結されたレジスタであって、前記フレーム・バッファ内の前記選択された符号語の位置を表すインデックスを格納するように動作可能なレジスタと

を具備することを特徴とする装置。

17. 前記無符号の符号語のストリームはあらかじめ決定された長さを有することを特徴とする請求項16に記載のスペクトル整形装置。

18. 前記あらかじめ決定された長さは12符号語であることを特徴とする請求項17に記載のスペクトル整形装置。

19. 2入力を有する結合器をさらに具備し、前記結合器への第1の入力は前記フレーム・バッファに連結され、前記結合器への第2の入力は第2のバッファに連結されることを特徴とする請求項16に記載のスペクトル整形装置。

20. 前記アナログ加入者ラインと前記フレーム・バッファとの間に連結されたアナログ・デジタル変換器をさらに具備することを特徴とする請求項16に記載のスペクトル整形装置。

【発明の詳細な説明】

PCMモデム用直流成分の抑制

発明の背景

本発明は、加入者ライン上でのデータ通信に関し、また特に加入者ライン上での高速データ通信に関する。通信されるデータ内の超低周波数成分および直流成分のエネルギーを抑制するためにフレーム・ベースのスペクトル整形を行う方法と装置が利用される。

データ通信システムは、汎用の電話交換網のデジタル部分にデジタル的に接続される符号化器 (encoder) を含んでいる。データ源は、この符号化器に入力を提供する。加入者は、この通信システムの反対側の端部に位置している。加入者は典型的には、一般にアナログ・ループとして知られている1対のより線によって汎用電話網に接続される。

このようなシステムでは、情報はデータ源から加入者へ次のように通信することができる。データ源からの情報は、符号化器によって一連のデジタルの符号語に変換される。これらのデジタル符号語は、符号化器からデジタル形式で電話網のデジタル部分を通過する。電話網のデジタル部分とアナログ・ループとのインターフェース (境界面) でこの一連の符号語は、デジタル・アナログ変換器によってアナログの電圧波形に変換される。アナログ・ループの加入者端に配置された復号

器は、このアナログ電圧波形の歪んだものを受信してこの波形からこの一連の符号語を再構成する。その後、このデータ源からの情報は、この再構成された一連の符号語から抽出可能になる。

これと反対方向の通信については、加入者端の情報はアナログ・ループ上をアナログ形式で変調されて伝送される。電話網のアナログ・ループとデジタル部分とのインタフェースでこのアナログ信号は、アナログ・デジタル変換器によって一連の符号語に変換される。これらの符号語は、このインタフェースからデータ源に伝送され、そこで復調されてこの情報が再生される。

電話網によって行われるアナログ・デジタル変換とデジタル・アナログ変

換のために、世界中で種々の規格が採用されてきた。例えば米国では、インタフェースにおけるアナログ・デジタル変換器が毎秒8000サンプルの速度でアナログ信号を標本化して、それらのサンプルを255個の識別可能な符号語の一つに写像するという変換方式を使っている。これら255個の符号語は μ 法則圧伸ルール (μ -law companding rule) と呼ばれる非線形写像ルールによって定義される量子化レベルに対応しており、北米と日本ではパルス符号化変調 (「PCM」) 音声符号化・圧伸規格となっている。ヨーロッパではA法則圧伸ルールが使われている。各アナログ・サンプルのために選択される符号語は、そのアナログ・サンプルの電圧に最も近い量子化レベルに対応す

る。インタフェースにおけるデジタル・アナログ変換器はこの写像の逆を行う、すなわち電話網のデジタル部分によって利用される各符号語はデジタル・アナログ変換器によってあるアナログ電圧に関連付けられる。

汎用の電話交換網のデジタル部分によって利用される符号語は、一般に8ビット符号語である。図1に μ 法則符号語用のビット割当てマップを示す。この8ビット符号語では、最上位ビット b_7 は符号ビットである。次の3ビット $b_6 \sim b_4$ は、 μ 法則量子化特性における8セグメントの中から1セグメントを識別する。最後の4ビット $b_3 \sim b_0$ はその1セグメント内の16ステップの中から1ステップを識別する。これらのビット位置 $b_6 \sim b_0$ は、ここでは8ビット符号語の振幅フィールドと呼ぶこともできる。

汎用の電話交換網は、電話の送受器に電力を供給するため、また送受器あるいはモデムなどその他の顧客装置がオフフックしたときに信号を送るためにアナログ・ループ上で直流信号を利用する。オフフック信号は、顧客装置がアナログ・ループに接続されたことを示す。したがってモデム、応答装置等といった、アナログ・ループに接続される可能性のある顧客装置は電話の信号送出を直流ネットワーク信号送出から分離するように設計することが望ましい。例えばモデムでは、低周波信号を阻止するために分離型変成器とコンデンサとを使うのが一般的である。

電話の信号方式に関しては、超低周波信号は、より高周波の信号よりもアナログ・ループ回線内でより大きな高調波歪みを受けることが観測されている。更に、電話の信号内の超低周波成分は非常に長いエコー・インパルス応答を生じさせ、それによってエコーキャンセルの複雑さを増加させる可能性がある。したがって電話の信号においては直流成分と超低周波成分とを減少させることが望ましい。

例えば1ストリームの μ 法則符号語を変えることによって送信データ内の直流成分を補償する装置が知られている。参考までにここに組み入れてある米国特許出願番号第08/352,651号の中でタウンシェンド(Townsend)は、符号化器内で使う直流成分除去器を示している。この符号化器は、データ・ストリームを符号語のストリームに変換し、この符号語ストリームが電話網上を加入者まで伝送される。加入者は、アナログ・ループによって電話網のデジタル部分に接続される。符号化器は、電話網のデジタル部分に対してデジタル接続を有する。アナログ・ループと電話網のデジタル部分との間のインタフェースにおいて電話網のデジタル・アナログ変換器は、この符号語ストリームをアナログの電圧波形に変換する。この符号化器内の直流成分消去器は、下記のように、アナログ電圧波形が直流成分を持たないように符号のストリームを修正する機能を有する。

タウンシェンドの直流成分消去器50の機能ブロック図を、図2に示す。タウンシェンドによって示された直流成分消去器では、符号ストリーム52は変換器54によって線形値に変換され、これらの線形値は合計器56と単位遅延58とによって累算され、打ち消されて直流オフセット信号60を形成する。この直流オフセット信号は、直流再生符号64を生成する変換器62に加えられる。それから2入力セクタ66は、符号ストリーム52と直流再生符号64との中のひとつから出力符号を選択する。タウンシェンドによって示された直流成分消去器の動作モードでは、2入力セクタ66は直流再生符号64の一つの値を伴う符号ストリーム52から連続した7個の値を出力する。

タウンシェンドの示す直流成分消去器の欠点は、データ転送速度に関する直流

成分消去のコストである。例えば、もし各符号が同じビット長であって伝送符号 8 個毎に 1 個の符号がデータを運ばない直流再生符号であるとすれば、このようなシステムのデータ転送速度はそのシステムの潜在能力値の 8 分の 7 を超えることができない。システムのデータ転送速度に関する直流成分消去のコストは最小にすることが望ましい。

直流成分抑制に関する他の周知の方法によれば、各第 n 番目符号語の、図 1 に示したビット b_7 のような符号ビットは、アナログ電圧波形の直流成分を抑制するために徴用される。1 ストリームの符号語は、一連の線形値に

変換することができ、これらの線形値は合計器によって累算される。それから符号化器は、すべての第 n 番目符号語に符号ビットを挿入してこの符号ストリームに修正を加えるが、この場合この符号ビットの値（正または負）は合計器によって累算された値の符号とは反対になるように選択される。それから合計器が累算した値は、第 n 番目符号語の値だけ、（合計器が累算した値が正であれば）減じられ、（合計器が累算した値が負であれば）増やされる。復号器でのデータ検索に関しては、復号器はすべての第 n 番目符号語の符号ビットを単に無視するだけである。

図 3 A と図 3 B は、直流成分抑制のためにすべての第 6 番目符号語の符号ビットを徴用する符号化器のスペクトル出力のシミュレーションを示す。図 3 A には、0 Hz ~ 4 0 0 0 Hz の全周波数帯が示してある。図 3 B は、図 3 A の中から 0 Hz ~ 2 0 0 Hz の範囲の拡大図を示す。

この方法の欠点は、直流成分抑制符号の振幅、すなわち各第 n 符号語の振幅が各第 n 符号語の振幅フィールド内のデータ・ビットのランダム値に依存していることである。直流成分抑制符号語の振幅が合計器によって累算された値に比較して小さければ、結果として得られるアナログ電圧波形のスペクトル修正は最適とまでは行かないであろう。この方法のもう一つの欠点は、徴用される符号ビットの周期的な位置が符号化器の出力に、図 3 A

に示すスペクトル・ピークのようなスペクトル・ピークを誘導する可能性がある

ということである。

したがって改良された直流成分補償の方法と装置を持つことが望まれるであろう。

発明の要約

本発明の第1の態様によれば、改良された直流成分補償の方法が提供される。この方法は、少なくとも2個の符号語を含むフレームを定義することを含む。それから、あるルールを少なくとも2個の符号語に適用することによってこのフレーム内で無符号の符号語が識別される。次にこの無符号の符号語に符号ビットが付加され、それによって直流成分補償符号語が生成される。この符号ビットは、前に伝送された符号語に関連した線形値に適用された重み付け関数に基づいて選択できる。残りの無符号の符号語には、ユーザのデータ・ビットのプールから符号ビットが付加される。

本発明の第2の態様によれば、改良された直流成分補償器を有する符号化器が提供される。この符号化器は、直流成分補償器に連結された変換器を含む。この直流成分補償器は、1ストリームの無符号の符号語を格納するための記憶装置と格納された符号語を分類するための分類装置とを含む。この分類装置は、あるルールにしたがって、格納されている符号語からある選択された符号語を識別するように動作できる。この直流成分補償器はま

た、この選択された符号語に符号ビットを付加し、それによって補償符号語を形成するための結合器手段を含む。

図面の簡単な説明

本発明の構成と動作は、下記の付属図面と合わせて現在好適な実施例の下記の詳細な説明を考慮すれば明瞭に理解可能である。

図1は、 μ 法則符号語に関するビット割当てマップを示す。

図2は、既知の直流成分消去器の機能ブロック図である。

図3A、3Bは、直流成分抑制のためにすべての第6符号語の符号ビットを徵用する符号化器のスペクトル出力のシミュレーションを示す。

図4は、本発明による直流成分補償器を有する通信システムのブロック図であ

る。

図5は、図4に示す直流成分補償器の機能ブロック図である。

図6A、6Bは、図5に示すような直流成分補償器を利用する符号化器のスペクトル出力のシミュレーションを示す。

現在好適な実施例の詳細な説明

さて本発明の現在好適な実施例については、図4～図6を参照しながら説明するが、ここで同じ要素は同じ数

字で示している。図4は、本発明のフレーム・ベースの直流成分補償の方法と装置とを利用し得る通信システムのブロック図である。この通信システムは、図4に示すように復号器84に接続される符号化器72を含む順方向チャンネルと、復調器70に接続される変調器68を含む逆方向チャンネルとを持っている。

順方向チャンネルの通信に関しては、データ源はデジタル電話網76へのデジタル接続74を有する符号化器72に情報を供給する。このデジタル電話網76は、回線インタフェース78によって2線式アナログ・ループなどの加入者ライン79に連結される。加入者ライン79は、ハイブリッド回路80を有するクライアント装置86に連結される。このハイブリッド回路80は、図4のクライアント装置86内に図示されているエコー・キャンセラ82と復号器84とに接続される。

回線インタフェース78は、順方向チャンネルではデジタル・アナログ変換器を含む在来型の装置であって、このデジタル・アナログ変換器は北米では μ 法則圧伸ルールにしたがって動作するものである。逆方向チャンネルでは回線インタフェース78は、アナログ・デジタル変換器であって、この変換器は前記のデジタル・アナログ変換器が利用する圧伸ルールにしたがって動作する。この回線インタフェース78は、PCMコーデックと呼ぶこともある。

回線インタフェース78内のデジタル・アナログ変

換器とアナログ・デジタル変換器は、前記ルールの代わりに、ヨーロッパのA法則圧伸ルールまたは線形変換ルールといった異なるルールにしたがって動作す

るものでもよい。回線インタフェース78によって使われる特定のルールの意義は、そのルールがデジタル電話網76によって利用される符号語の集合を定義するということ、したがって符号化器72によって利用される符号語の集合を定義するということを理解することによりのみ存在する。

順方向チャネルの通信に関しては、符号化器72は、データ源から情報を受取り、その情報をデジタル電話網76に適合するデジタル・フォーマットに変換する。符号化器72によって生成されるデジタル・フォーマットは、1ストリームの μ 法則符号語のような、デジタル電話網76によって使われるフォーマットであることが望ましい。ここでPCM符号語とも呼ばれる μ 法則符号語は、一般に図1に示す形式を採る。

このPCM符号語は、アナログ形式に変換されることなく、符号化器72からデジタル電話網76を通して回線インタフェース78に達する。更にエコー・キャンセラ71は、符号化器72からの送出PCM符号語を基準化し、この送出PCM符号語から得られた基準化値を着信PCM符号語から減算して回線インタフェース78での不完全な点を補償する。

PCM符号語の送出ストリームが回線インタフェース

78に到着すると、上述のようにこれらのPCM符号語は、ここではアナログ電圧波形とも呼ばれる一連のアナログ電圧に変換される。この一連のアナログ電圧は、加入者ライン上79をクライアント装置86まで伝送される。

クライアント装置86内の復号器84でこの一連のアナログ電圧は、アナログ・デジタル変換器によってデジタル・フォーマット化された情報に変換される。クライアント装置86内の復号器84は、初めにデータ源によって送信された情報をこのデジタル・フォーマット化された情報から抽出する。それからこの情報は、クライアント装置86に連結された、コンピュータなどのデータ端末装置に送られる。このような代わりに、クライアント装置86はデータ端末装置に組み込んでよい。

図4に示すように、符号化器72は変換器88と直流成分補償器90とを含む。変換器88は、その情報のフォーマットが何であれ、データ源からの情報を一

連の n ビット・データ符号語に変換する。典型的にはこの情報はシリアルなデジタル・データであって、デジタル電話網は図1に示すような1組の8ビット μ 法則符号語を利用するであろう。このような場合、変換器88は、入力データを一連の8ビット μ 法則符号語に変換する8ビットのシリアル・パラレル変換器 ($n=8$) であることが望ましい。直流成分補償器90は、変換器88によって生成されたこの一連の n ビット・データ符号語を、

この一連の n ビット・データ符号語に応じて回線インタフェース78で生成されるアナログ電圧波形にスペクトル空白 (spectral nulls) を生成するように修正する。

符号化器72からの n ビット・データ符号語は、通信システムの順方向チャネルでは、線形変換といった変換ルールあるいは μ 法則またはA法則圧伸といった圧伸ルールにしたがって、アナログ電圧サンプルに、あるいはアナログ電圧の数値表現 (例えばデジタル語) に変換される。アナログ電圧サンプルあるいはその数値表現の各々は、特定の変換ルールに従う n ビット符号語の一つに結び付けられる。例えば図4に示す通信システムでは、符号語は回線インタフェース78でアナログ電圧サンプルに変換される。

本発明の好適な実施例によれば、符号化器72は、符号化器72によって伝送された一連の n ビット・データ符号語に応じて回線インタフェース78によって生成される、結果的に得られるアナログ電圧波形についてスペクトル空白のようなスペクトル整形を生成するように動作可能である。例えば図4に示す通信システムに関しては、結果として得られるアナログ電圧波形の直流成分を最小にすることが望ましい。

スペクトル整形は、本発明の好適な実施例では変換器88によって生成される n ビット・データ符号語を修正することによって達成される。したがって n ビット符号語のいくつかの符号語内のビットの一部にはデータを運

ばないビットがある。逆にこれら一部のビットは、結果として得られるアナログ電圧波形の所望のスペクトル修正を作りだすために使われる。これら一部のビッ

トは、符号化器72と復号器84について知られているあるルールにしたがって選択されることが望ましい。それから復号器84は、このルールを適用してnビット符号語内のデータ・ビットをアナログ電圧波形から再生する。スペクトル整形に使われるビット数が増加するにつれてデータ転送速度は減少するから、スペクトル整形に使用するビット数を最小にすることが好ましい。

このスペクトル整形ルールを適用するために符号化器72と復号器84は、nビット符号語をフレームにグループ化するが、このフレームは例えばあらかじめ決められた数の連続する符号語で形成してもよい。符号化器72と復号器84は、フレーム内の各符号語の無修正フィールド内のデータ・ビットを調べることと、スペクトル整形ルールを適用して修正符号語を識別することとによって、各フレーム内の符号語のいずれがこのスペクトル整形ルールにしたがって修正されたかを知る。

ある好適な実施例では1フレームに付きただ1個の符号語が修正される。nビット符号語の符号ビットは、下記のように所望のスペクトル修正を達成するように選択できることが好ましい。フレーム内の残りのビットはデータを伝送するために利用できることが好都合である。

所望のスペクトル修正は、スペクトルの空白または空

白に近いものであってよい。図4に示す通信システムでは、スペクトルの空白または空白に近いものはゼロ周波数（直流）に位置することが好ましい。nビット符号語は、8ビットの μ 法則またはA法則圧伸されるPCM符号語でもよい。アナログ電圧サンプルは、回線インタフェース78内で見出されるようなPCMコーデックの出力部で生成される信号であってよい。

逆方向チャネルの通信に関してはクライアント装置86は、既知の変復調手法にしたがって変調器68によってデータ・ストリームを送出アナログ信号に変換できる。このアナログ信号は、ハイブリッド回路80によって回線インタフェース78に連結され、ここでアナログ信号は一連の符号語に変換される。デジタル電話網76は、この一連の符号語を復調器70に転送する。その後、この復号器70は、この一連の符号語をデータ・ストリームに変換する。

エコー・キャンセラ82は、変調器68からの送出アナログ電圧波形を基準化し、これを既知の方法で着信アナログ電圧波形から減算する。図4に示す非対称通信システムに関してはエコー・キャンセラ82は、参考のためにここに組み入れてある米国ロボティクス社に発行された米国特許第5,579,305号に記載のようなものであることが好ましい。

今度は、図5を参照しながら図4に示す直流成分補償器90について説明する。直流成分補償器90は、変換

器88によって1フレームずつ供給される一連の符号語に作用する。すべての各第n符号語のような厳密に周期的な直流成分抑制サンプル時間を定義しないで、この好適な実施例は、ある好ましいフレームを定義して、そのフレーム内の適切な直流成分補償サンプルを選択するのである。例えばフレームは、ここでは記号または符号語とも呼ばれることもある一連の6個のサンプルからなるサンプル列として定義することもできる。これの代わりに、本発明から逸脱することなくこの他のフレームの定義を使うこともできる。特に、定義されるフレームは、多数の連続するサンプルに限定されることはなく、符号化器72と復号器84について知られているいかなるサンプル・グループ化をも含むことができる。

定義されたフレーム内で、1ビットはスペクトル整形のために利用されるが、このスペクトル整形はここに述べられた例では直流成分補償である。符号化器72と復号器84について既知のスペクトル整形ルールは、1ビットを奪取されるフレーム内の符号語を識別する。現在好適な実施例によれば、このフレーム内の利用されるビットは、復号器が一意的に識別できるサンプルに関連付けられた符号ビットに対応している。直流成分補償符号ビットは、サンプルの振幅フィールドが圧伸復号後の第1の最大振幅の線形またはアナログ信号を生成するそのサンプルに付加される。それから復号器は、フレーム内の全サンプルを比較してそのフレーム内の直流成分補償

符号語を識別することができる。また特に復号器は、フレーム内の各符号語に関連する振幅フィールドを比較して直流成分補償符号語を識別することもできる。

サンプルの振幅フィールドが最大振幅の線形またはアナログ信号を生成する定義されたフレーム内でそのサンプルまたはPCM符号語は、ここでは最大サンプルと呼ぶこともある。したがって第1最大サンプルとは、同一フレーム内の2個以上のサンプルが同じ最大振幅フィールドを持ち得る場合に、フレーム内の出現順序で最初の最大振幅フィールドを有するサンプルを意味する。デジタル電話網76によって導入されたビット反転のために、最大サンプルは実際には、最小の2進数に対応するサンプルまたはPCM符号語になることもある。同様にしてここで使われる「第2最大サンプル」は、同じ最大振幅フィールドを有し、そのフレーム内で2番目に出現するサンプルである。このようにしてこのルールは、同一振幅フィールドがフレーム内で最大振幅フィールドである場合に、その同一の振幅フィールドを持った2個以上のサンプルを有するフレームに関するタイ・ブレーカー規定を含んでいる。

図5は図4に示す直流成分補償器90のブロック図であり、この直流成分補償器90は、フレームが連続する n 個の符号語として定義されていて、且つそのルールが直流成分補償符号語はフレーム内の第1最大符号語であるというルールであるという場合のために設計されている。

る。このスペクトル整形ルールを実現するためにこの他の設計を用いることもでき、またこのような設計はこの詳細な説明を吟味すれば本技術に精通する者に明らかになるであろう。

図5を参照すればフレーム・バッファ92は、一連の n 個の無符号のPCM符号語 c_0, c_1, \dots, c_{n-1} を受信するように連結されている。フレーム・バッファ92はソータ94に連結されており、このソータの出力は最小インデックス・レジスタ96に供給される。この最小インデックス・レジスタ96は、比較器98に連結されている。比較器98もまた、カウンタ100から入力を受け取る。カウンタ100は、モジュール n カウンタであることが好ましく、このカウンタはデジタル電話網76からクロック信号を受信する。デジタル電話網76からのクロック信号は代表的には、8000Hzのクロック周波数を持っている。

カウンタ100は、 n ポジション・スイッチ102の状態を制御するが、このスイッチは n 個の無符号の符号語 c_0, c_1, \dots, c_{n-1} がフレーム・バッファ92から順次に読み取られて、第1の入力を介して符号付加結合器104に供給されるようにする。符号付加結合器104への第2の入力は、2ポジション・スイッチ108を介して供給される。2ポジション・スイッチ108の状態は、比較器98によって制御される。第1のポジションでこの2ポジション・スイッチ108は、符号ビット

・バッファ106を符号付加結合器104に接続する。第2のポジションではこの2ポジション・スイッチ108は、インバータ116の出力をを符号付加結合器104に接続する。

符号付加結合器104の出力は、デジタル接続74によってデジタル電話網76に接続される。こうして符号付加結合器104の出力は、図4に示す符号化器72の出力となる。図5に示すように符号付加結合器104から出力された符号語は、変換器110にも供給される。この変換器110は、図4に示す回線インタフェース78によって適用されるデジタル・アナログ変換ルールをエミュレートするPCMデータから線形データへの変換器であることが好ましい。

この変換器110には積分器118が連結されている。積分器118は、合計器112とバッファ114とを含む。この積分器118は、1個のPCM符号語がデジタル電話網76に伝送される度毎に1個の線形値をランニング・デジタル合計（「RDS」；running digital sum）に加えることによって、変換器110によって与えられた線形値のRDSを計算する。RDSの符号ビットは、積分器118に連結された符号抽出器120によって供給される。この符号抽出器120の出力は、インバータ116に連結されている。

図5に示す直流成分補償器90は、下記のように動作するが、ここで n は6であると仮定する。 $n=6$ の場合

には、符号化器72はデータを1フレーム当たり6個のPCM符号語を有するフレームに符号化する。先ずフレーム・バッファ92は、6個の無符号のPCM符

号語 c_0, c_1, \dots, c_s を収集する。初めは、符号化は振幅のみであって、符号ビットはまだ割り当てられない。このようにしてPCM符号語 c_0, c_1, \dots, c_s は、128～255の範囲内に入るであろう。

次に、ソータ94は、フレーム・バッファ92に格納されたPCM符号語 c_0, c_1, \dots, c_s から第1最大サンプルを選択する。前述のように最大サンプルは、後のサンプルが回線インタフェース78に到着したときにPCM符号語 c_0, c_1, \dots, c_s によって生成された結果として得られる最大線形値に緊密に対応するであろう。デジタル電話網76によって僅かな偏りが持ち込まれることもある。例えば奪取ビット信号送出が、PCM符号語の最下位ビットを変えることもあり得る。選択されたPCM符号語のインデックスは、最小インデックス・レジスタ96に格納される。ここで使われるように、符号語の「インデックス」は、フレーム・バッファ92内の符号語の位置に対応するものである。同時に、5個の($n-1$ 個の)符号ビットは差別的に符号化されて符号ビット・バッファ106に格納される。

この時点で、符号付きのPCM符号語が組み立てられて、デジタル電話網76の8000Hzのクロック周期の1周期毎に1個のPCM符号語という速度でディジ

タル電話網76に伝送される。フレーム・バッファ92内に格納されたPCM符号語 c_0, c_1, \dots, c_s のなかから1個の無符号のPCM符号語が、カウンタ100とスイッチ102の制御の下で1クロック周期毎に、符号付加結合器104に供給される。更にデジタル電話網76の1クロック周期毎に比較器98は、最小インデックス・レジスタ96内に格納されたインデックスをカウンタ100の値と比較する。もしこのインデックスがカウンタ100の値に等しくなければ、比較器98は符号ビット・バッファ106から符号付加結合器104へ1ビットを供給するようにスイッチ108を設定する。もしこれとは反対にインデックスがカウンタ100の値に等しければ、比較器98はインバータ116から符号付加結合器104へ1個の符号ビットを供給するようにスイッチ108を設定し、これによって直流成分補償符号語を生成する。インバータ116は、積分器

118内のRDSに関連する符号ビットとは反対の符号ビットを供給する。いずれの場合にも符号付加結合器104で組み立てられたPCM符号語は、デジタル電話網76に伝送される。

デジタル電話網に伝送される各PCM符号語は、RDSが更新されるように変換器110による処理もされる。このRDSは、リセットされることなくフレームからフレームへ連続的に計算されることが望ましい。

本発明の他の好適な実施例によれば、直流成分補償器

90の動作の前記の説明は次のように変更される。インデックスがカウンタ100の値に等しいとき、すなわちRDSが前に伝送されたPCM符号語のみを補償する場合には、RDSの反転された符号を採るよりもむしろ、最初にこのRDSは、フレーム・バッファ92内に格納された6符号語フレームの末尾まで拡張される。この拡張されたRDSは、二通りに計算され、第1に最大サンプルには-1という符号ビットが付加されると仮定して拡張合計が計算されるという仮説と、第2に最大サンプルには+1という符号ビットが付加されると仮定して拡張合計が計算されるという仮説との二つの仮説を作り出す。次ぎにこれら二つの仮説は、どちらの仮説が処理中のフレームの末尾にまで拡張されたRDSの最低絶対値を与えるかを決定するために比較される。それから第1最大無符号PCM符号語の符号ビットは、この最低絶対値RDSを生成した仮説に整合するように設定される。この別の好適な実施例は計算上の複雑さをあまり増加させずに改善された直流成分補償をもたらす。

本発明の更に別の好適な実施例によれば、直流成分補償器90の動作の前記の説明は次のように変更される。1個のフレームをバッファせずに、フレーム・バッファ92はフレームを多重化する。それからソータ94は、各フレーム内の第1最大サンプルに対応するインデックスを識別して、最小インデックス・レジスタ96内に格納する。拡張されたランニング・デジタル合計は、前

に伝送されたPCM符号語と一緒に、フレーム・バッファ92内のPCM符号語すべてに関して計算される。それから拡張RDSのあらゆる可能な組合せを吟味

することによって2のN乗個の仮説が形成されるが、この場合は各フレーム内の第1最大サンプルに関して符号ビットは+1か-1のいずれかであると想定されており、ここでNはフレーム・バッファ92内にバッファされたフレームの数である。N個のバッファされたフレームに関して最良の、すなわち最小の拡張RDSを与える組合せが選択される。

例えばもし上述の方法が次のフレームまで先読みするように拡張されれば、フレーム・バッファ92は無符号の符号語の2個のフレーム(N=2)をバッファする。その結果として4個の仮説は下記のようになる。

$$R00 = | W0 \cdot (RDS + DS00) + W1 \cdot DS10 |$$

$$R01 = | W0 \cdot (RDS + DS00) + W1 \cdot DS11 |$$

$$R10 = | W0 \cdot (RDS + DS01) + W1 \cdot DS10 |$$

$$R00 = | W0 \cdot (RDS + DS01) + W1 \cdot DS11 |$$

ここでRDSは前に伝送されたPCM符号語に関連したランニング・デジタル和であり、DS00は第1フレーム内の第1最大サンプルに関する符号ビットが-1に設定されていると仮定した場合のフレーム・バッファ92内の第1フレームのデジタル合計であり、DS1

0はバッファされた第2フレーム内の第1最大サンプルに関する符号ビットは-1に設定されていると仮定した場合のフレーム・バッファ92内の第2フレームのデジタル合計であり、DS01はバッファされた第1フレーム内の第1最大サンプルに関する符号ビットは+1に設定されていると仮定した場合のフレーム・バッファ92内の第1フレームのデジタル合計であり、DS11は第2フレーム内の第1最大サンプルに関する符号ビットは+1に設定されていると仮定した場合のフレーム・バッファ92内の第2フレームのデジタル合計であり、W0はフレーム・バッファ92内の第1フレームに割り当てられた重み付け係数であり、W1はフレーム・バッファ92内の第2フレームに割り当てられた重み付け係数である。好適な実施例によれば、W0=2およびW1=1である。これらの代わりに他の重み付け係数を使うこともできる。

バッファされた第1フレーム内の第1最大サンプルに関する符号ビットは、R

00とR01とR10とR11の内のいずれでも最小のものによって決定される。もし最小のものがR00かR01であれば、符号ビットは-1に設定される。そうでなければ、符号ビットは+1に設定される。

この方法は、計算に関しては複雑さが増加するという結果を招くものの、適当な重み付け関数を用いて、2個より多くのフレームを含むように更に拡張することもできる。

きる。しかしながら大抵の用途では、2フレームというのが性能と複雑性との許容し得るバランスを与える。更に上述の各方法はRDSの最小絶対値とRの最小絶対値とを利用するものであるが本技術に精通する人々は他の選択基準も使用できることを認めるであろう。例えば最小2乗平均計算、最小ピーク計算等を利用して適当な符号ビットを選択することもできる。更に、ランニング・デジタル合計に代わるものとして、過去（および先読み手法による将来）のサンプルの線形結合を使用することもできる。

上記のように直流成分補償器90は、1フレーム当たり高々1個の直流成分補償符号語を生成するだけである。現在好適な実施例によれば直流成分補償符号語の符号ビットだけがスペクトル整形のために奪取され、直流成分補償符号語の振幅フィールドはデータ・ビットを含んでいる。このようにここに述べた直流成分補償の方法と装置の好適な実施例に関連したオーバーヘッドは好都合にも、1フレーム当たり1ビットに限定される。

符号化器72と復号器84は、上述のように直流成分補償器90が米国特許出願番号第08/352,651号に示された直流成分除去器を置き換えていることと、復号器84が直流成分補償符号語を識別するための直流成分補償器として同様の要素を含んでいることとを除いて、米国特許出願番号第08/352,651に記載のように構成することが好ましい。復号器84によって再

生されたPCM符号語から情報を抽出するために復号器84は、直流成分補償符号語の符号ビットを廃棄し、直流成分補償符号語の振幅フィールドを保持する。

奪取されるビットを含むPCM符号語を選択するために符号化器72と復号器

84が代わりの他のルールを利用してもよいことは、理解すべきである。例えば直流成分補償符号語は、その振幅フィールドが第1の最大振幅の線形またはアナログ信号の代わりに、第2の最大振幅線形またはアナログ信号あるいは最終の最大振幅の線形またはアナログ信号を生成するPCM符号語として割り当てることもできる。直流成分補償器90と復号器84の構成は、本技術に精通する人々によって代わりのルールを実現するように修正することもできる。

前述のことを吟味すれば、ソータ94と最小インデックス・レジスタ96と比較器98とカウンタ100は、ディジタル信号プロセッサまたはマイクロプロセッサを使って即座に実現可能な順次型コンパレータを形成することが明らかになるであろう。その代わりに、直流成分補償符号語の位置と振幅とを識別するために並列入力ソータを使ってもよいことは理解すべきである。変換器100と積分器118と符号抽出器120とを実現するために、本技術に精通する人々によって、ディジタル信号プロセッサまたはマイクロプロセッサの利用が可能である。

すべての第 n 番目サンプルの代わりに n 個のサンプル

の中から最大のサンプルを選択することによって、好適な実施例は好都合にも、結果として得られる線形電圧値に関して大きな平均振幅を有する直流成分補償符号語を提供することができる。その結果、所定のフレーム・サイズのために直流において更に広い帯域幅の空白領域が得られる。更に、この好適な実施例は、一連のフレーム内で位置がランダムになっている直流成分補償符号語の利点をもたらす。フレーム内の直流成分補償符号語の位置がランダムになっている結果、符号化器は図3Aに示すスペクトル・ピークのような望ましくないスペクトル・ピークを生成することはない。

他の実施例では同様に、復号器84は符号化器72から伝送されたと判断した符号語を統合し、この符号化器72が各無符号の符号語をどのように処理しようとしているかを予測する。たとえば符号化器72が制御フレームに信号を送るために復号器84が期待していることとは反対のことを行うことによって、ルールに違反する場合には、復号器84はそのルール違反を検出し、それにしたがって応答することができる。例えばこのようにして、符号化器72は、データ伝送を

中断することなく、速度スイッチ、診断手段等に信号を送ることができる。

符号化器72と復調器70は、デジタル電話網76にデジタル接続を有するクライアント装置に組み込むこともできる。そうする代わりに符号化器72と復調器70はサーバ環境またはハブ環境内で動作することもで

きる。サーバ環境では符号化器72と復調器70は、デジタル電話網76に対するサーバ・インタフェースとして機能する。ハブ環境では符号化器72と復調器70は同様に、デジタル電話網76に対するインタフェースとして機能する。両方ともU. S. ロボティクス社に出されたもので、参考のためにここに組み入れてある米国特許第5, 528, 595号と第5, 577, 105号は、デジタル電話網76に対するインタフェースとして機能し得るネットワーク・アクセス・サーバを示している。ネットワーク・アクセス・サーバ内のDSPモデムは前述のように符号化器72の機能を実行するように構成できることが好ましい。

図6A、6Bは、図5に示すような直流成分補償器90を利用する符号化器の周波数に関するパワー・スペクトル密度のシミュレーションを示す。図6A、6Bのシミュレーションで使われた直流成分補償器90は、直流成分補償符号語として6サンプルからなる1フレーム内の最大サンプルを選択するというルールに従っている。

次の二つの場合についての結果が示されている：すなわち、破線(D=0)は、フレーム・バッファ92内の前に伝送された符号語と1個の6記号フレームとを含む拡張ランニング・デジタル合計を利用した結果を示しており、実線(D=1)は前述のように1フレームを先読みすることによって拡張ランニング・デジタル合計内に1個の追加フレームを含めた結果を示す。このシミュ

レーション結果は、53.3 kbpsのデータ転送速度に対応する記号群から採った131,070個のランダムな記号に基づいている。パワー・スペクトルは、ハニング・ウィンドウを有する1024ポイントFFTを採用した半重複ピリオドグラムを用いて生成された。

図3Aと比較すると、図6Aはより平坦なスペクトル出力を示している。特に、直流成分補償器90は図3Aに示した周期的スペクトル・ピークを発生させない。更に、図6Bと図3Bとの比較によってよく分かるように、直流成分補償器90は好都合にも、直流および超低周波において更に幅広く深いスペクトル空白(null)を与える。ここに述べたスペクトル整形の方法と装置は、待ち時間が小さくて複雑さが少ない、且つエラー伝搬のない、改善されたスペクトル整形を提供するものである。

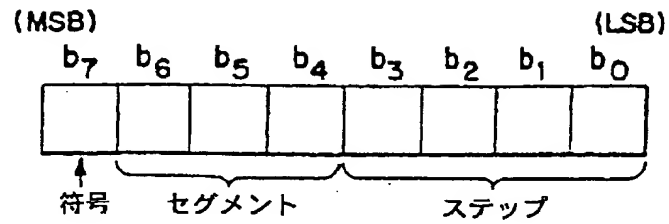
図5に示す直流成分補償器90は、代わりのまたは追加のスペクトル整形手法を実現するために利用することもできる。ここに述べた方法は、本技術に精通する人々によって、1フレーム当たり1ビットより多くのビット数を利用する、ナイキスト(Nyquist)整形を利用するように即座に拡張可能であり、また重み付け関数を変更することにより、あるいはランニング・デジタル合計に漏れを導入することにより、異なるスペクトル整形特性を得ることもできる。例えば補償器90は、低周波と高周波のような信号スペクトルの二つの態様を最小にするようにPCM符号語の1フレーム内で2個の最

大サンプルを識別し、両サンプルに符号ビットを割り当てることもできる。この場合、補償器90は前に伝送されたPCM符号語の線形値の二つの重み付け関数を利用するであろう。一方の関数は、前述のように低周波成分を減少させるために利用できるランニング・デジタル合計であってもよい。他方の関数は、PCM符号語が累積されるにしたがってPCM符号語の符号を一つ置きに交替させるも可能であり、これはナイキスト周波数(この電話網76の場合は4000Hz)においてエネルギーを最小にすることになるであろう。

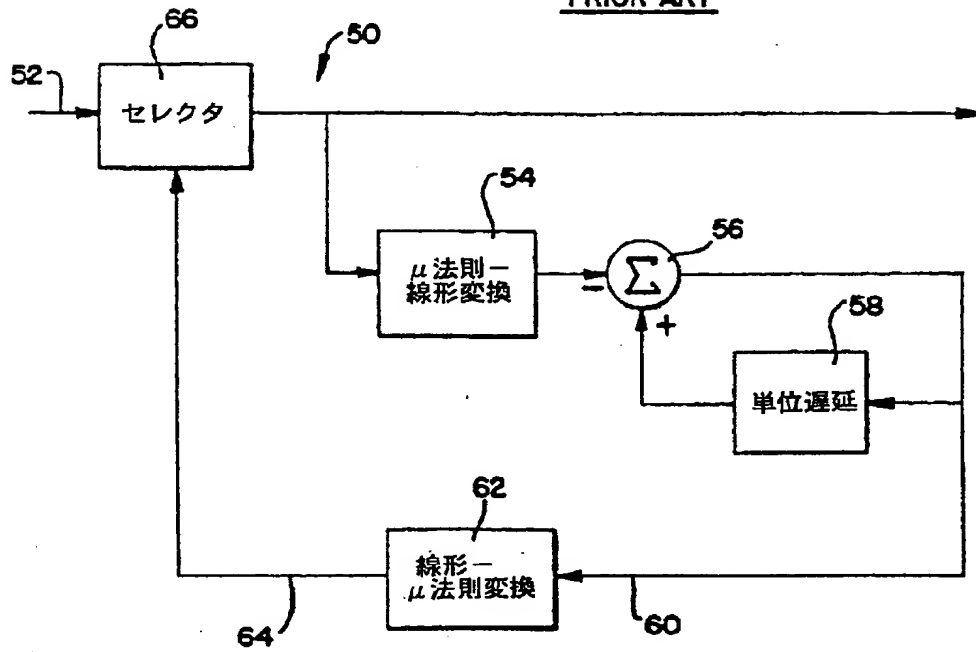
前述の詳細な説明は限定ではなく例証と見なされることを意図したものである。本発明の原理を具体化することのできる他の実施例は、本技術に精通する人々によれば、前述の説明に照らして即座に考案可能である。したがってここに記載の直流成分補償の方法と装置は、ここに示された特定の例示に限定されることはなく、これらに同等なものすべてを含み、下記の特許請求範囲によってのみ限定される他の実施形態を取り得ることを理解すべきである。

【図1】

FIG. 1



【図2】

FIG. 2
PRIOR ART

【図3】

FIG. 3A

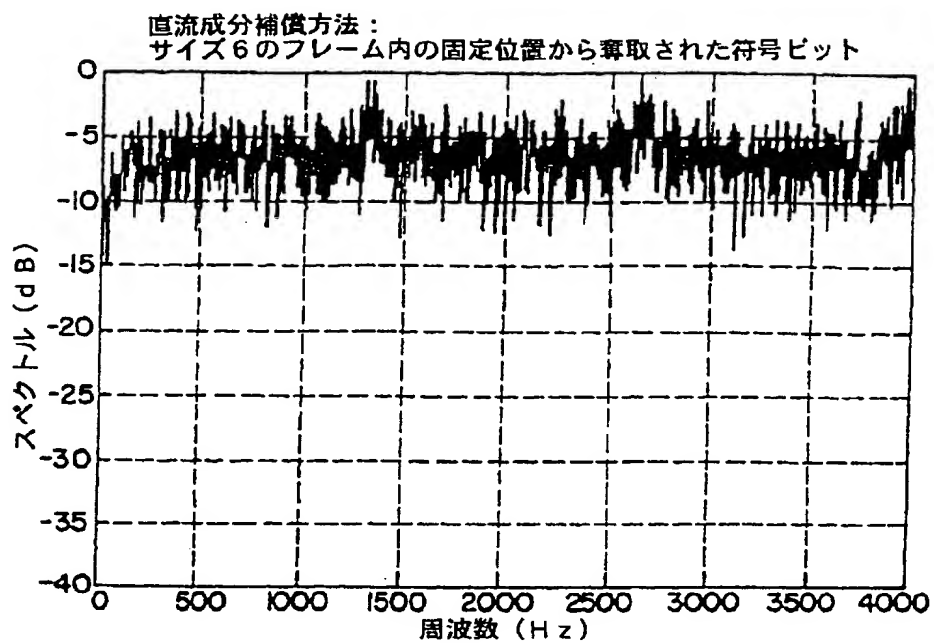
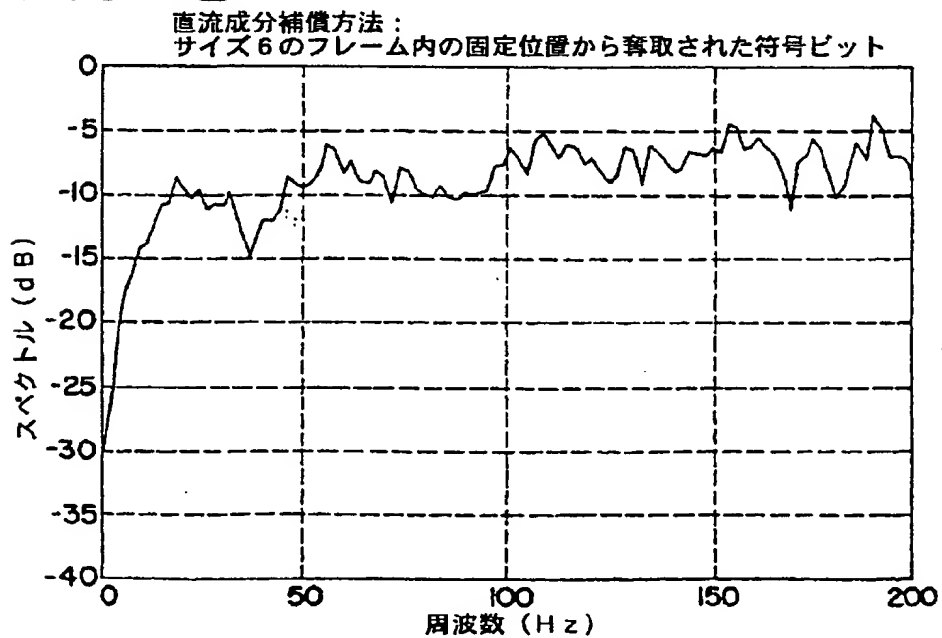
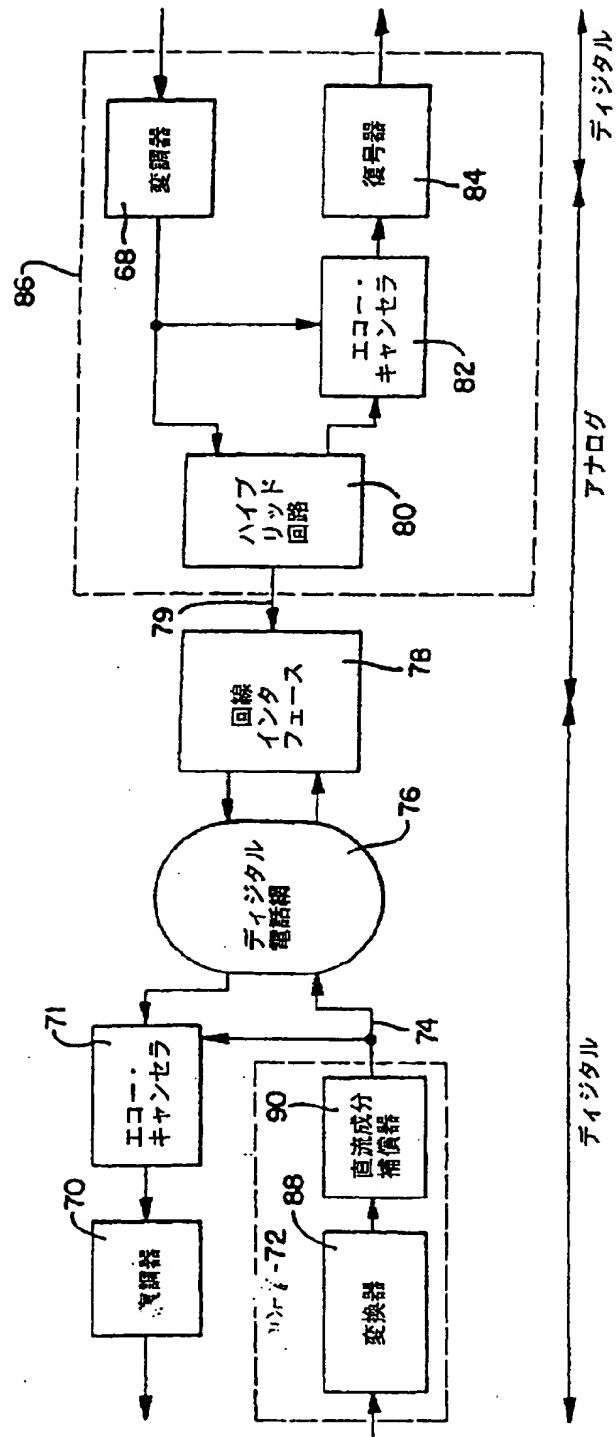


FIG. 3B

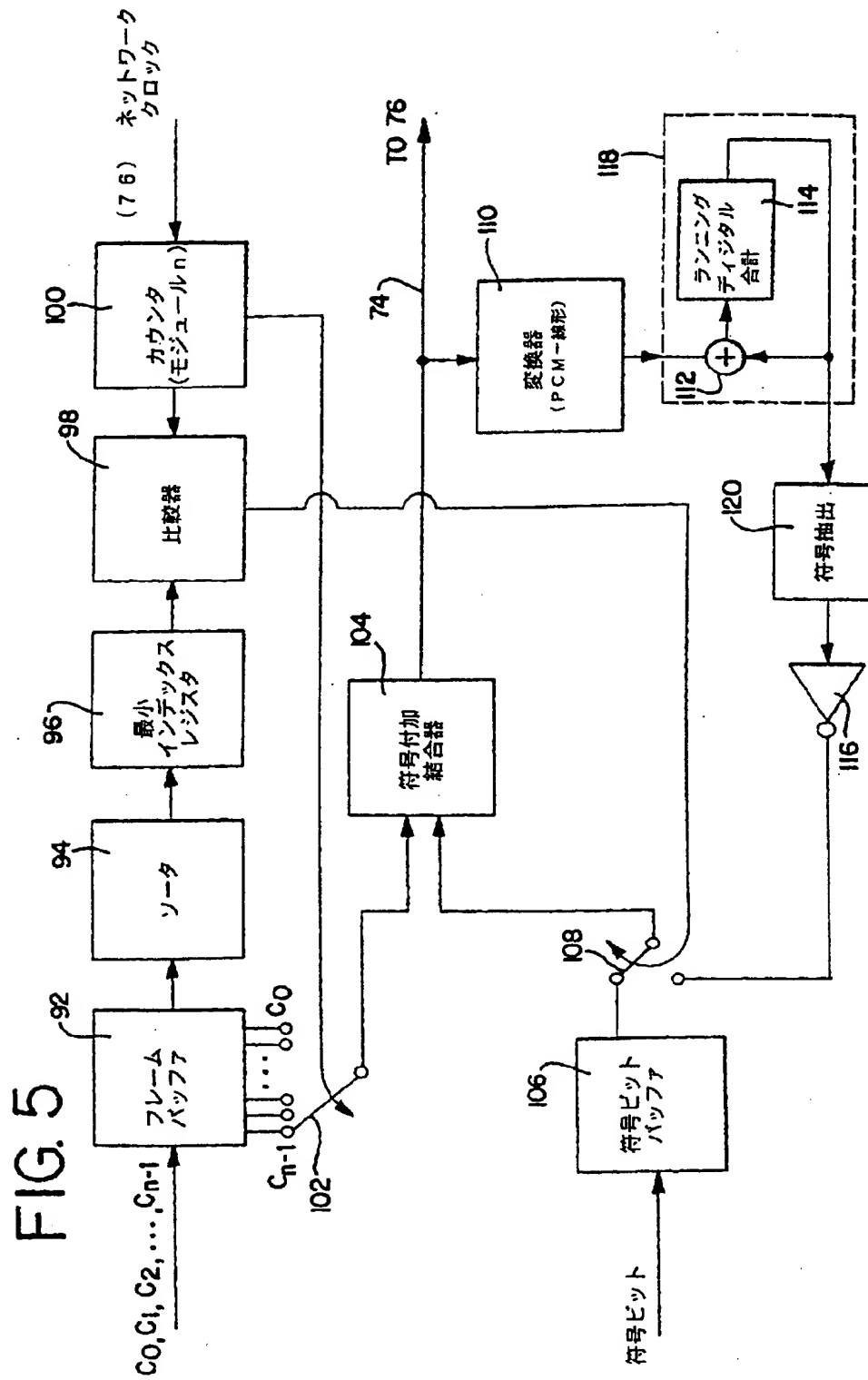


【図4】

FIG. 4



【図5】



【図6】

FIG. 6A

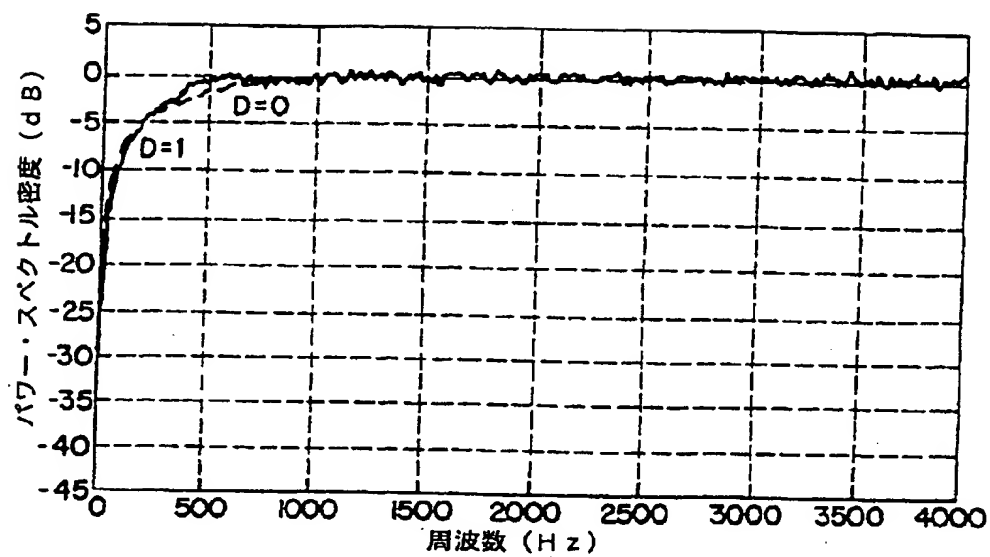
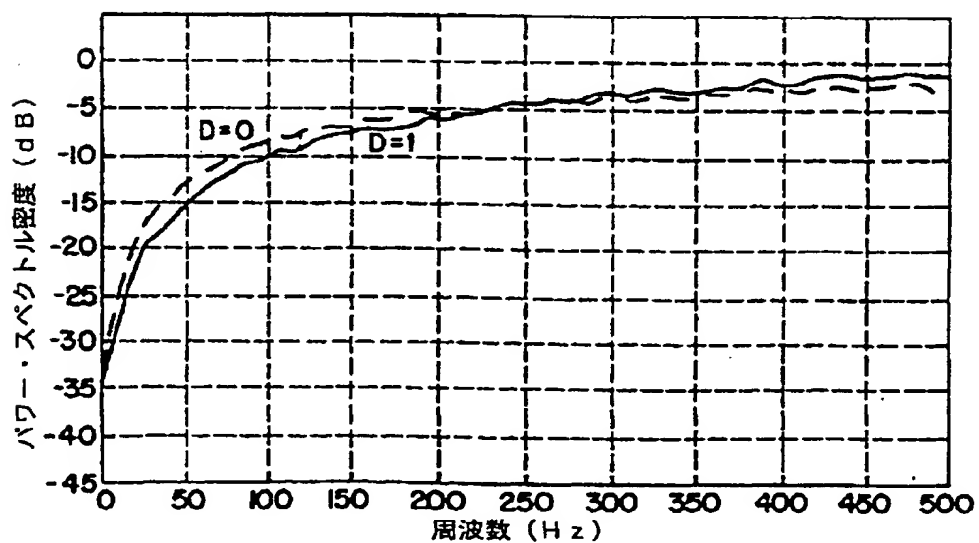


FIG. 6B



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. Appl. Application No. PCT/US 98/15114		
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 H04L25/49 H04L25/06		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 H04L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	
	Relevant to claim No.	
A	WO 96 18261 A (TOWNSHEND BRENT) 13 June 1996 cited in the application see page 17, line 27 - page 18, line 31 see page 19, line 19-29 see page 21, line 16 - page 22, line 18 ---	1-20
P,X	WO 98 20656 A (CIRRUS LOGIC INC) 14 May 1998 see abstract see page 5, line 9-21 see page 6, line 16 - page 7, line 19 see page 9, line 23-29 ---	1,4-6
P,A	---	2,3,7-20
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are cited in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document not published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 21 January 1999	Date of mailing of the international search report 01/02/1999	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5819 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 051 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3010	Authorized officer Toumpoulidis, T	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/US 98/15114

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	WO 98 45970 A (MOTOROLA INC) 15 October 1998 see abstract see page 5, line 5-32 see page 8, line 6-32 see claim 1 see figure 5	1,4-7
E	WO 98 37657 A (3COM CORP) 27 August 1998 see page 15, line 4 - page 16, line 8 see page 18, line 11-25	1,4-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/US 98/15114

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9618261 A	13-06-1996	AU 4418496 A CA 2182974 A EP 0745302 A JP 9512689 T US 5801695 A US 5835538 A US 5809075 A	26-06-1996 13-06-1996 04-12-1996 16-12-1997 01-09-1998 10-11-1998 15-09-1998
WO 9820656 A	14-05-1998	NONE	
WO 9845970 A	15-10-1998	AU 6882498 A	30-10-1998
WO 9837657 A	27-08-1998	AU 6280798 A	09-09-1998

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), UA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, GW, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN, YU, ZW

(72)発明者 ルリー、スコット エイ.

アメリカ合衆国 95959 カリフォルニア
州 ネヴァダ シティ エコー ドライブ
12525

(72)発明者 ウォルドロン、マーク エイ.

アメリカ合衆国 60031 イリノイ州 ガ
ーニー イングルヌック レイン 7442

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINE(S) OR MARK(S) ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.